

ANÁLISE AGROMETEOROLÓGICA DA SAFRA DE SOJA 1993/94, EM PASSO FUNDO, RS

Gilberto R. Cunha

Objetivo

Caracterizar, do ponto de vista agrometeorológico, as condições ocorridas na safra de soja 1993/94, na região de Passo Fundo, RS.

Metodologia

A caracterização agrometeorológica da safra de soja 1993/94, na região de abrangência da estação climatológica principal de Passo Fundo, RS, localizada junto ao campo experimental da EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT) (28°15'S, 52°24'W e 684 m de altitude), foi feita com base nas observações meteorológicas do período outubro de 1993 a maio de 1994.

Para tal, avaliaram-se, em níveis decendial e mensal, os regimes térmico (temperatura média do solo a 0,05 m, temperatura média das máximas, temperatura média das mínimas, temperatura média do ar e graus-dia) e hídrico (precipitação pluvial e demais componentes do balanço hídrico), confrontando-se os valores ocorridos com os valores normais do período 1961-1990.

Os graus-dia acumulados foram calculados a partir das temperaturas máxima e mínima diárias, através da seguinte expressão:

$$GD = [(TM + Tm)/2] - Tb$$

onde, GD = graus-dia (°C), TM = temperatura máxima (°C), Tm = temperatura mínima (°C) e Tb = temperatura base (°C). O valor de Tb utilizado foi 15°C.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada pelo método de Penman (1948), e o balanço hídrico climático, pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), considerando-se a capacidade de armazenamento de água no solo de 75 mm.

Também juntou-se à análise uma curva de variação fotoperiódica, no período outubro a maio, em Passo Fundo, construída a partir de dados tabelados por Chang (1971) para a latitude de 28°S, visando interpretar o comportamento de ciclo de soja em diferentes épocas de semeadura.

Resultados

As temperaturas de solo a 0,05 m de profundidade, nos meses de outubro a dezembro de 1993, encontram-se na Tabela 1.

Constata-se que, dentro do período recomendado para a semeadura de soja na Região do Planalto Médio do RS (10 de outubro a 10 de dezembro, conforme o grupo de maturação de cada cultivar), as temperaturas de solo foram adequadas, possibilitando a germinação e a emergência da cultura no período de 7 a 10 dias. As temperaturas de solo oscilaram entre 22,7°C (1º decêndio de novembro) e 25°C (1º decêndio de dezembro). Os meses de outubro e dezembro apresentaram temperaturas mais elevadas em relação à normal da região, com desvios positivos de 1,7°C e 0,4°C, respectivamente, enquanto o mês de novembro teve temperaturas levemente inferiores, com desvio negativo de -0,2°C.

O comportamento das temperaturas máxima (TM), mínima (Tm) e média (Tmed) do ar, em relação à normal climatológica padrão (1961-1990), pode ser observado na Tabela 2.

Os meses de outubro de 1993 e maio de 1994 foram os mais quentes, com TM superiores em 1,4°C e em 1,2°C, Tm superiores em 2,1°C e em 2,5°C e Tmed superiores em 1,6°C e em 2,5°C, em relação à temperatura normal, respectivamente. Contudo, esses meses, por serem os extremos do período analisado, não apresentam maiores implicações de natureza bioclimática à cultura, estando relacionados com a época de preparo do solo e com as operações de colheita, em alguns casos.

Os meses de novembro e dezembro de 1993 e abril de 1994 foram levemente mais quentes do que o normal, com desvios positivos de TM, de Tm e de Tmed menores do que 0,5°C, exceto para a Tm em abril de 1994, que apresentou-se 0,2°C abaixo da normal; portanto, sem o registro de anomalias de grande expressão em relação ao comportamento normal da região.

Os meses de janeiro, fevereiro e março de 1994 destacaram-se por apresentarem comportamento térmico mais frio do que o normal. Nesse caso, com desvios negativos, para TM, de 0,2°C, de 1,8°C e de 0,9°C, para Tm, de 0,7°C, de 0,4°C (positivo) e de 1,1°C, e para Tmed, de 0,2°C, de 0,7°C e de 1,0°C, respectivamente.

O principal destaque, em relação ao comportamento térmico normal da região, observou-se no mês de fevereiro de 1994, cujos valores de TM e de Tmed ficaram 1,8°C e 0,7°C abaixo do normal, respectivamente (Tabela 2).

Embora o desenvolvimento/crescimento da soja não seja totalmente explicado pela temperatura, em função da resposta ao fotoperíodo, a soma de

graus-dia (acima de 15°C) pode ser usada para quantificar as disponibilidades térmicas regionais durante a estação de crescimento. Na Tabela 3, são apresentados os valores de graus-dia (GD) acima de 15°C, no período outubro de 1993 a maio de 1994, ficando evidenciado o período de janeiro a março de 1994 como mais frio do que o normal, com desvios negativos de GD variando de 14,2 a 32,3°C.

Na Tabela 4, destaca-se o número de dias em que a temperatura mínima do ar (T_m) foi inferior à temperatura base de crescimento da soja (15°C). Salienta-se o mês de novembro de 1993 com 15 dias em que a T_m foi menor do que a T_b . Nesse caso, para as semeaduras de fins de outubro e de início de novembro, o período térmico diário ideal para o crescimento de soja não foi 100 % efetivo, podendo ter determinado o crescimento inicial lento da cultura, refletindo-se, portanto, em menor altura do dossel e em menor grau de cobertura de solo.

As informações relativas ao regime hídrico podem ser observadas na Tabela 5 (precipitação pluvial), na Tabela 6 (evapotranspiração e índice hídrico) e na Tabela 7 (componentes do balanço hídrico).

Na Tabela 5, destacam-se como períodos chuvosos, com reflexos importantes sobre a cultura, os meses de novembro e dezembro de 1993 e, particularmente, o mês de fevereiro de 1994.

O mês de novembro, com precipitação total de 273,9 mm, apresentou desvio positivo, em relação à normal, da ordem de 94 % (132,5 mm). Por sua vez, o mês de dezembro, principalmente devido às chuvas ocorridas no primeiro decêndio, superou a precipitação normal em 60 % (97,5 mm). No entanto, o mês mais chuvoso foi o de fevereiro de 1994, com precipitação total de 333,6 mm, superando a normal em 125 % (185,3 mm).

De modo inverso, os meses de janeiro e março de 1994 configuraram-se como meses secos, em que o total de chuva ocorrida ficou aquém do normal. No mês de janeiro choveu 55,2 mm, representando déficit de 62 % em relação ao normal de 143,4 mm, e no mês de março choveu 69,8 mm, ficando 42 % abaixo do normal.

Em termos de necessidade de água das culturas, representada pela evapotranspiração de referência (ETo), e da satisfação dessas necessidades pela precipitação pluvial (P), representada pelo índice hídrico P/ETo , constata-se, pela Tabela 6, que houve deficiência hídrica, na região, a partir do 3º decêndio de dezembro de 1993 e prolongando-se durante o mês de janeiro de 1994, com o índice P/ETo chegando a valores tão baixos quanto 0,13, no 2º decêndio de janeiro, bem como durante todo o mês de março e no 2º decêndio de abril.

A indicação de insuficiência das chuvas no final de dezembro de 1993 e em janeiro, em março e no 2º decêndio de abril de 1994 é corroborada pelos

componentes do balanço hídrico climático regional (Tabela 7), que também indica deficiência hídrica nesses períodos, particularmente em janeiro de 1994, chegando à ordem de 105 mm. Também os excessos de chuva, nos meses de novembro de 1993 e nos dois últimos decêndios de fevereiro de 1994, são detectados no balanço hídrico da região.

A Figura 1, representando as curvas de variação da chuva ocorrida (P) e da evapotranspiração de referência (ET_o), reforça a indicação dos dados tabelados, em termos dos períodos de excesso hídrico e de falta de água à cultura de soja na safra 93/94, em Passo Fundo, RS.

Observam-se, na Figura 1, os meses de novembro de 1993 e fevereiro de 1994 como períodos importantes de excesso hídrico (curva da chuva superior à curva da ET_o), e o período iniciado no 3º decêndio de dezembro de 1993, prolongando-se durante todo o mês de janeiro de 1994, juntamente com o mês de março de 1994, como período onde houve deficiência hídrica (curva da ET_o superior à curva da chuva).

A influência do comportamento do regime hídrico sobre a disponibilidade de energia solar, na região, pode ser vista na Tabela 8. Particularmente, a influência do excesso de chuvas no mês de fevereiro de 1994, reduzindo, naquele mês, a insolação (duração do brilho solar) em 3h12min, em relação à normal. Por sua vez, a densidade de fluxo de energia solar diminuída resultou em 4,37 MJ.m⁻².dia⁻¹.

De modo geral, destacaram-se como fatos mais importantes, do ponto de vista agrometeorológico, na safra de soja 1993/94, na região de Passo Fundo:

- ♦ Excesso hídrico em novembro: dificuldade de implantação de lavouras no período preferencial, possivelmente favorecendo o ataque de fungos na fase inicial da cultura (Ex. *Pythium* spp).

- ♦ Temperaturas mínimas no mês de novembro inferiores à temperatura base de crescimento da soja (15°C): crescimento inicial da cultura mais lento.

- ♦ Deficiência hídrica no período compreendido entre o 3º decêndio de dezembro de 1993 e janeiro de 1994: provável prejuízo ao potencial de rendimento da cultura.

- ♦ Excesso de chuvas e redução na disponibilidade de energia solar nos dois últimos decêndios de fevereiro de 1994: favorecimento de epidemias fúngicas (Ex.: cancro-da-haste da soja) e redução do potencial de rendimento da cultura.

- ♦ Temperaturas médias mais baixas do que a normal, no período janeiro a março de 1994: redução no potencial de crescimento da cultura.

- ♦ Mês de abril favorável às operações de colheita, nos dois primeiros decêndios, pela menor incidência de chuvas.

Em termos de desenvolvimento fenológico de cultivares de soja de diferentes grupos de maturação, na safra 1993/94, na região de Passo Fundo, pode-se adotar como referência o comportamento médio das cultivares integrantes do ensaio de cultivares de soja recomendadas para o Rio Grande do Sul, conduzido no campo experimental da EMBRAPA-CNPT.

A duração média dos subperíodos semeadura-floração (sem-flo) e semeadura-maturação fisiológica (sem-mat), para os grupos de maturação precoce (P), médio (M) e semitardio/tardio (ST/T), em três épocas de semeadura, pode ser visualizada na Figura 2.

As durações médias, em dias, foram as seguintes:

1) Época 1 (21/10/93)

- Sem-flo: 62 dias (P), 60 dias (M) e 70 dias (ST/T)

- Sem-mat: 152 dias (P), 157 dias (M) e 168 dias (ST/T)

2) Época 2 (20/11/93)

- Sem-flo: 59 dias (P), 58 dias (M) e 66 dias (ST/T)

- Sem-mat: 133 dias (P), 138 dias (M) e 146 dias (ST/T)

3) Época 3 (15/12/93)

- Sem-flo: 56 dias (P), 55 dias (M) e 62 dias (ST/T)

- Sem-mat: 121 dias (P), 122 dias (M) e 129 dias (ST/T)

A redução no ciclo, com o atraso na época de semeadura, é consequência da resposta de soja ao fotoperíodo e da sua interação com temperaturas do ar mais elevadas. À medida em que se atrasa a semeadura, o ciclo das cultivares tende a se reduzir, bem como diminuem as diferenças entre cultivares de grupos de maturação distintos. Isso ocorre por ser a soja uma planta de dias curtos, cujos comprimentos do dia, a partir de 21 de dezembro, conforme pode ser visto na Figura 3, tornam-se decrescentes, estimulando o florescimento mais precoce do que em semeaduras do cedo.

Referências

- CHANG, J.H. **Problems and methods in agricultural climatology**. Honolulu: Oriental Publishing Company, 1971. 96p.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings of Royal Society**. Série A, London, v.193, p.120-145, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publication of Climatology, v.8, n.1).

Tabela 1. Temperatura do solo, a 0,05 m de profundidade - ocorrida (OC), normal (NO) e desvio em relação à normal (DN) - durante o período de outubro a dezembro de 1993, em Passo Fundo, RS.

Mês-ano	Temperatura do solo (0,05 m)					
	Decendial (OC)			Mensal ¹		
	1°	2°	3°	OC	NO	DN
----- °C -----						
Out-93	19,2	24,4	22,8	22,1	20,4	1,7
Nov-93	22,7	23,3	23,1	23,0	23,2	-0,2
Dez-93	25,0	26,6	27,5	26,4	26,0	0,4
Média			23,8	23,2	0,6	

¹ DN = (OC - NO), NO = "normal" climatológica do período 76/90.

Tabela 2. Temperatura média das máximas, temperatura média das mínimas e temperatura média do ar - ocorrida (OC), normal (NO) e desvio em relação à normal (DN) - durante o período de outubro de 1993 a maio de 1994, em Passo Fundo, RS

Mês-ano	Temp. Média das Máximas						Temp. Média das Mínimas						Temp. Média do Ar					
	Decendial (OC)			Mensal ¹			Decendial (OC)			Mensal			Decendial (OC)			Mensal		
	1º	2º	3º	OC	NO	DN	1º	2º	3º	OC	NO	DN	1º	2º	3º	OC	NO	DN
°C																		
Out-93	22,8	27,5	25,4	25,2	23,8	1,4	12,8	17,6	14,7	15,0	12,9	2,1	17,2	21,1	19,1	19,3	17,7	1,6
Nov-93	25,5	26,1	26,9	26,2	26,0	0,2	13,0	16,2	15,8	15,0	14,8	0,2	19,2	20,4	20,5	19,9	19,8	0,1
Dez-93	28,4	27,7	27,4	27,8	27,8	0,0	17,9	17,9	15,3	17,0	16,5	0,5	22,4	22,1	21,0	21,8	21,5	0,3
Jan-94	27,0	29,4	27,8	28,1	28,3	-0,2	15,8	16,7	17,9	16,8	17,5	-0,7	21,0	22,5	22,3	21,9	22,1	-0,2
Fev-94	26,2	25,2	27,1	26,2	28,0	-1,8	17,8	17,5	18,5	17,9	17,5	0,4	21,2	20,6	22,0	21,2	21,9	-0,7
Mar-94	25,3	28,3	23,9	25,8	26,7	-0,9	14,5	17,6	13,5	15,2	16,3	-1,1	19,0	22,0	17,8	19,6	20,6	-1,0
Abr-94	23,5	23,9	24,4	23,9	23,7	0,2	12,5	11,2	16,2	13,3	13,5	-0,2	17,2	16,6	19,2	17,7	17,6	0,1
Mai-94	25,1	20,7	20,0	21,9	20,7	1,2	15,6	12,5	12,2	13,4	10,9	2,5	19,2	15,7	15,4	16,8	14,3	2,5
Média	25,6 25,6 0,0						15,5 15,0 0,5						19,8 19,4 0,4					

¹ DN = (OC - NO), NO = normal climatológica do período 1961-1990.

Tabela 3. Graus-dia, superiores a uma temperatura base de 15°C - ocorrido (OC), normal (NO) e desvio em relação ao normal (DN) - durante o período de outubro de 1993 a maio de 1994, em Passo Fundo, RS

Mês-ano	Graus-dia (temperatura base de 15°C)					
	Decendial (OC)			Mensal ¹		
	1º	2º	3º	OC	NO	DN
	°C					
Out-93	30,8	75,4	55,3	161,5	103,9	57,6
Nov-93	42,5	61,5	63,3	167,2	162,0	5,2
Dez-93	81,9	78,0	69,9	229,7	221,7	8,0
Jan-94	63,8	80,5	86,5	230,7	244,9	-14,2
Fev-94	69,9	63,4	62,4	195,6	217,0	-21,4
Mar-94	48,8	79,3	41,1	169,2	201,5	-32,3
Abr-94	34,2	25,3	53,0	112,4	108,0	4,4
Mai-94	53,8	19,7	21,6	95,1	24,8	70,3
Soma				1361,4	1283,8	77,6

¹ DN = (OC - NO), NO = normal climatológica do período 1961-1990.

Tabela 4. Número de dias em que a temperatura mínima do ar (Tm) foi inferior à temperatura base de crescimento de soja (Tb = 15°C), durante o período de outubro de 1993 a maio de 1994, em Passo Fundo, RS

Mês-ano	Número de dias (Tm < Tb)			
	Decendial (OC)			Mensal
	1º	2º	3º	OC
	dias			
Out-93	7	0	6	13
Nov-93	9	3	3	15
Dez-93	2	0	5	7
Jan-94	3	2	1	6
Fev-94	1	0	0	1
Mar-94	8	1	8	17
Abr-94	10	10	2	22
Mai-94	2	10	8	20
Soma				13

Tabela 5. Precipitação pluvial - ocorrida (OC), normal (NO) e desvio em relação à normal (DN) - durante o período de outubro de 1993 a maio de 1994, em Passo Fundo, RS

Mês-ano	Precipitação pluvial					
	Decendial (OC)			Mensal ¹		
	1º	2º	3º	OC	NO	DN
	----- mm -----					
Out-93	44,2	57,5	52,5	154,2	167,1	87,1
Nov-93	52,6	130,8	90,5	273,9	141,4	132,5
Dez-93	179,4	59,2	20,4	259,0	161,5	97,5
Jan-94	31,1	8,4	15,7	55,2	143,4	-88,2
Fev-94	64,1	182,0	87,5	333,6	148,3	185,3
Mar-94	10,8	32,9	26,1	69,8	121,3	-51,5
Abr-94	42,3	1,8	149,5	193,6	118,2	75,4
Mai-94	25,8	28,1	98,2	152,2	131,3	20,9
Soma				1491,5	1132,5	359,0

¹ DN = (OC - NO), NO = normal climatológica do período 1961-1990.

Tabela 6. Evapotranspiração de referência (ETo) e Índice hídrico (Precipitação pluvial/ Evapotranspiração de referência = P/ETo) - ocorrido (OC), normal (NO) e desvio em relação ao normal (DN) - durante o período de outubro de 1993 a maio de 1994, em Passo Fundo-RS

Mês-ano	Evapotranspiração de referência (Eto)						Índice hídrico (P/Eto)					
	Decendial (OC)			Mensal ¹			Decendial (OC)			Mensal		
	1º	2º	3º	OC	NO	DN	1º	2º	3º	OC	NO	DN
	----- mm/dia -----											
Out-93	4,0	4,6	5,3	4,6	4,4	0,2	1,11	1,25	0,90	1,08	1,23	-0,15
Nov-93	6,1	4,7	5,0	5,3	5,3	0,0	0,86	2,78	1,81	1,72	0,89	0,83
Dez-93	4,9	6,0	7,2	6,0	5,9	0,1	3,66	0,99	0,26	1,39	0,88	0,51
Jan-94	6,4	6,7	5,2	6,1	5,6	0,5	0,49	0,13	0,27	0,29	0,83	-0,54
Fev-94	3,7	3,1	4,1	3,6	5,1	-1,5	1,73	5,87	2,67	3,31	1,04	2,27
Mar-94	5,0	5,2	3,8	4,7	4,4	0,3	0,22	0,63	0,62	0,48	0,89	-0,41
Abr-94	3,4	3,6	2,6	3,3	3,5	-0,2	1,24	0,05	5,75	1,96	1,13	0,83
Mai-94	3,1	2,3	1,9	2,4	2,5	-0,1	0,83	1,22	4,70	2,05	1,69	0,36
Média				4,5	4,6	-0,1				1,54	1,07	0,47

¹ DN = (OC - NO), NO = normal climatológica do período 1961-1990.

Tabela 7. Componentes do balanço hídrico climático, segundo Thornthwaite & Mather (1955), para o período outubro de 1993 a maio de 1994, considerando a capacidade de armazenamento de água no solo de 75 mm. Passo Fundo, RS

Mês-ano	Decêndio	Componentes do Balanço Hídrico ¹							
		P	ETP	(P-ETP)	A	VA	ETR	D	E
----- mm -----									
Out-93	1º	44	40	4	75	0	40	0	4
	2º	58	46	12	75	0	46	0	12
	3º	52	58	-6	69	-6	58	0	0
Nov-93	1º	53	61	-8	61	-8	61	0	0
	2º	131	47	84	75	14	47	0	70
	3º	90	50	40	75	0	50	0	40
Dez-93	1º	179	49	130	75	0	49	0	130
	2º	59	60	-1	74	-1	60	0	0
	3º	20	79	-59	33	-41	61	18	0
Jan-94	1º	31	64	-33	21	-12	43	21	0
	2º	8	67	-59	9	-12	20	47	0
	3º	16	57	-41	5	-4	20	37	0
Fev-94	1º	64	37	27	32	27	37	0	0
	2º	182	31	151	75	43	31	0	108
	3º	88	33	55	75	0	33	0	55
Mar-94	1º	11	50	-39	44	-31	42	8	0
	2º	33	52	-19	34	-10	43	9	0
	3º	26	42	-16	27	-7	33	9	0
Abr-94	1º	42	34	8	35	8	34	0	0
	2º	2	36	-34	22	-13	15	21	0
	3º	150	29	121	75	53	29	0	68
Mai-94	1º	26	31	-5	70	-5	31	0	0
	2º	28	23	5	75	5	23	0	0
	3º	98	21	77	75	0	21	0	77
Soma		1491	1097	394		0	927	170	564

¹ P = precipitação pluvial, ETP = evapotranspiração potencial, A = armazenamento de água, VA = variação no armazenamento, ETR = evapotranspiração real, D = deficiência hídrica, e E = excesso hídrico.

Tabela 8. Insolação e radiação solar global - ocorrida (OC), normal (NO) e desvio em relação à normal (DN) - durante o período de outubro de 1993 a maio de 1994, em Passo Fundo, RS

Mês-ano	Insolação					Radiação solar global						
	Decendial (OC)			Mensal ¹		Decendial (OC)			Mensal			
	1º	2º	3º	OC	NO	DN	1º	2º	3º	OC	NO	DN
	----- h.dia ⁻¹ -----						----- MJ.m ⁻² .dia ⁻¹ -----					
Out-93	5,5	4,7	7,6	6,0	6,5	-0,5	16,08	16,79	20,65	17,93	17,71	0,22
Nov-93	9,4	6,1	6,8	7,4	7,4	0,0	23,13	18,06	18,94	20,04	20,54	-0,50
Dez-94	6,8	8,7	10,5	8,7	8,2	0,5	19,59	23,92	26,85	23,56	22,35	1,21
Jan-94	9,1	8,9	6,7	8,2	7,7	0,5	24,32	25,80	20,26	23,36	21,43	1,93
Fev-94	3,6	4,1	5,1	4,2	7,4	-3,2	15,48	14,10	17,47	15,56	19,93	-4,37
Mar-94	7,4	8,9	5,8	7,3	6,7	0,6	19,91	20,73	15,49	18,61	16,95	1,66
dAbr-94	6,0	6,8	5,4	6,1	6,2	-0,1	13,54	14,40	10,44	12,79	13,77	-0,98
Mai-94	5,2	5,8	4,3	5,1	5,8	-0,7	11,42	10,14	8,16	9,85	11,07	-1,22
Média				6,6	7,0	-0,4				17,71	17,97	-0,26

¹ DN = (OC - NO), NO = normal climatológica do período 1961-1990.

CHUVA X EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Passo Fundo, RS

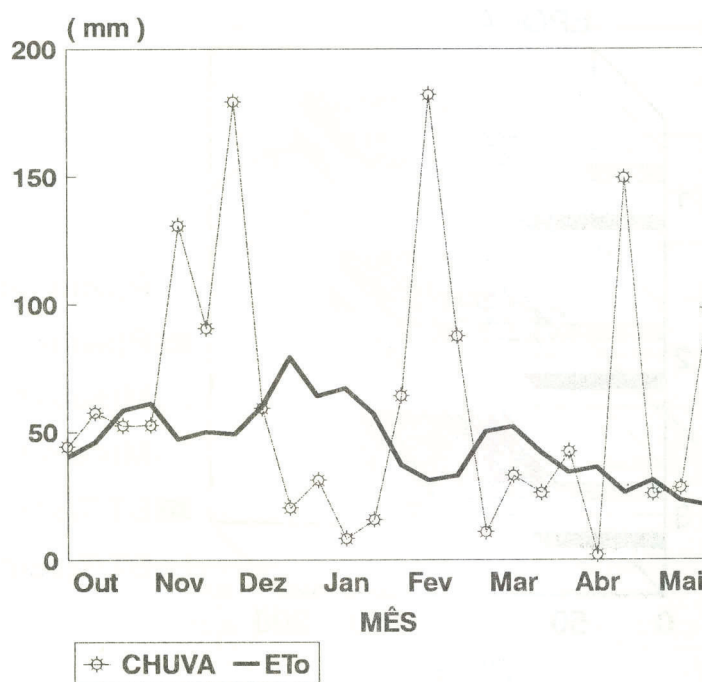


Figura 1. Precipitação pluvial (chuva) e evapotranspiração de referência (Eto) para o período outubro de 1993 a maio de 1994. Passo Fundo, RS.

SUBPERÍODO SOJA

Passo Fundo, RS 1993/94

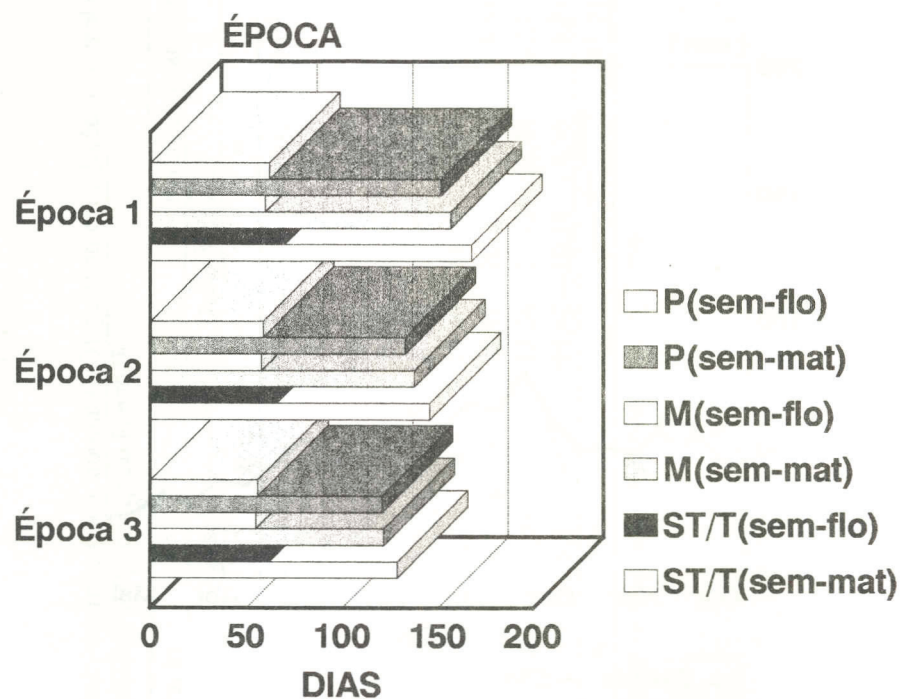


Figura 2. Duração dos subperíodos semeadura-floração (sem-flo) e semeadura-maturação fisiológica (sem-mat) para cultivares de soja de ciclos precoce (P), médio (M) e semitardio/tardio (ST/T), em três épocas de semeadura (Época 1 = 21/10/93, Época 2 = 20/11/93 e Época 3 = 15/12/93). Passo Fundo, RS, 1993/94.

FOTOPERÍODO

Passo Fundo, RS (28°S)

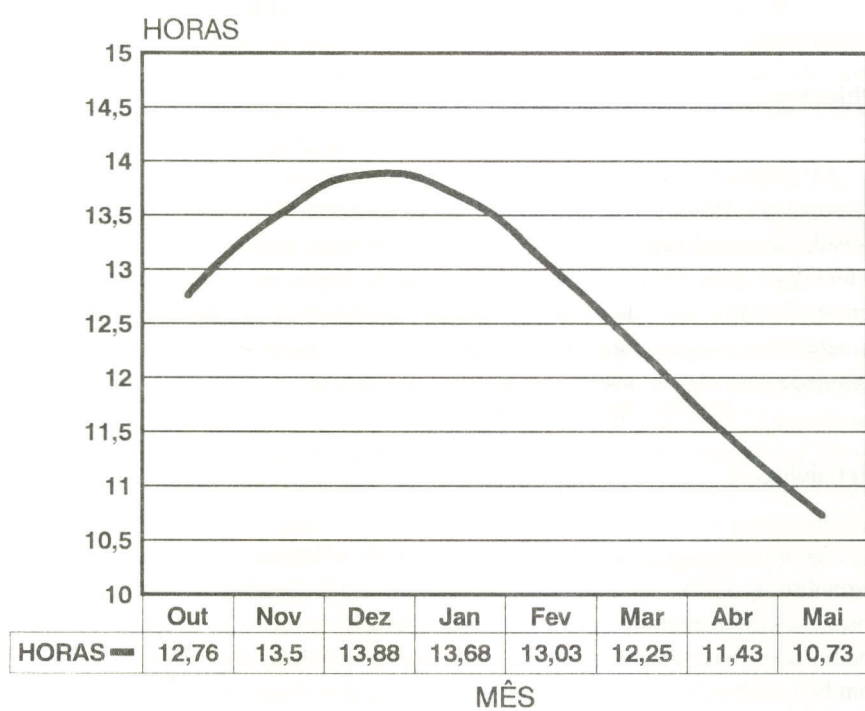


Figura 3. Curva de variação fotoperiódica para o período outubro a maio, em Passo Fundo, RS (adaptado de Chang, 1971; latitude de 28°S).